

[短 報]

## 大豆がらの消化性改善に対するサイレージ処理の有効性

阿部 英則

大豆がらの消化率改善の可能性をさぐるため、各種添加物を用いたサイレージ処理の効果を検討した。供試材料は大豆がらと大豆桿であり、これらにアンモニア、蟻酸、塩酸を添加し1リットルのポリビンに密封して約2カ月間サイレージ化し、セルラーゼによる乾物分解率を調べた。その結果、いずれの材料、添加物でもセルラーゼによる乾物分解率は高まらず、大豆がらの易酸分解性とされるエーテル結合は解離していないことがうかがわれた。

### 緒 言

イネ科と異なり、マメ科である豆がら（大豆がら、小豆がら）をアンモニア（NH<sub>3</sub>）処理してもめん羊における自由摂取量や消化率は改善されない<sup>2)</sup>。蒸煮処理しても同様である<sup>3)</sup>。しかし、大豆がらに含まれる桿のみを蒸煮すると、自由摂取量や消化率は改善される<sup>4)</sup>が、大豆がら総体の栄養価を改善するにはいたっていない。これは蒸煮により、大豆がらに含まれる、さやから水溶性フェノールが生成し、これが消化を阻害しているためであることを推定した<sup>5)</sup>。

Felix *et al*<sup>6)</sup>は大豆がらをサイレージ化、あるいはNH<sub>3</sub>処理しサイレージ化することでめん羊や牛における消化率が改善されることを認めている。

そこで、大豆がら総体の消化性向上の可能性をさぐるため、各種添加物を用いた、サイレージ処理について検討した。

### 方 法

大豆がらおよび大豆がらの主体を占める低質な大豆桿

を供試した。3 cm の切断長で細切後、1 L 容ポリビンに水分含量が約70%になるように加水して詰め込み、密封した。添加物にはアンモニア水、蟻酸、塩酸を用いた。いずれも詰め込み時に、アンモニア水は乾物重当たりNH<sub>3</sub>濃度が3%となるように、蟻酸、塩酸はいずれも原物重当たり濃度が0.5、2%になるように添加した。おおむね2カ月後に開封して、水分含量、pH、セルラーゼによる乾物分解率（Ce-DMD）を調べた。Ce-DMDの測定は試料0.5 gに0.5%セルラーゼ（ONOUKA FA：ヤクルト）を含む酢酸緩衝液40 mlを加え、浸盪培養器中で40°Cに保ちながら24時間後の乾物量の減少率を求めた。

### 結 果

大豆がら、大豆桿のサイレージ、NH<sub>3</sub>処理サイレージのpH、Ce-DMDを表1に示した。

大豆がら、大豆桿ともサイレージ化することでpHは4.8になった。NH<sub>3</sub>処理してサイレージ化することでpHは高まった。大豆がらではサイレージ化、NH<sub>3</sub>処理サイレージ化してもCe-DMDが大きく高まることはなかった。大豆桿では処理しても無処理のCe-DMDを上回

表1 大豆がら、大豆桿のサイレージ、NH<sub>3</sub>処理サイレージのpH、Ce-DMD

		水分含量(%)	pH	Ce-DMD (%)
大豆がら	無処理			28.2
	サイレージ	73.2	4.8	29.1
	NH <sub>3</sub> 処理サイレージ	73.0	5.3	30.2
大豆桿	無処理			23.3
	サイレージ	70.7	4.8	18.6
	NH <sub>3</sub> 処理サイレージ	71.3	5.9	21.1

Ce-DMD：セルラーゼによる乾物分解率

表2 大豆がら、大豆桿の酸添加サイレージの pH, Ce-DMD

		水分含量(%)	pH	Ce-DMD(%)
大豆がら	無処理			23.6
	蟻酸0.5%添加サイレージ	66.8	5.4	25.1
	2 %添加 //	66.0	3.6	24.7
	塩酸0.5%添加 //	65.6	3.9	24.6
	2 %添加 //	66.6	1.5	29.1
大豆桿	無処理			23.0
	蟻酸0.5%添加サイレージ	70.8	5.6	19.0
	2 %添加 //	68.2	4.1	26.3
	塩酸0.5%添加 //	70.9	3.7	16.9
	2 %添加 //	68.0	1.8	23.1

ることはなかった。

大豆がら、大豆桿の酸添加サイレージの pH, Ce-DMD を表2に示した。

酸添加濃度が高いと pH は低く、蟻酸よりも塩酸添加で pH は低かった。大豆がらの Ce-DMD は無処理と比べて、塩酸2%添加でやや高かったが、大豆桿では高まらなかった。

### 考 察

リグニンフェルラ酸などのフェノール酸を介して構造性多糖とエステル結合やエーテル結合で架橋を形成し<sup>9)</sup>、消化を阻害している。アンモニア処理のようなアルカリ処理はこのエステル結合を解離することで効果が発現するとされている<sup>10)</sup>。豆がら<sup>2)</sup>やアルファルファ<sup>4)</sup>を NH<sub>3</sub> 処理しても自由摂取量や消化率が改善されないことは、マメ科には易アルカリ分解性のエステル結合が無いが、少ないことが考えられる。他方、エーテル結合は易酸分解性とされている<sup>7)</sup>。このエーテル結合がサイレージ化によって解離することが期待されたが、大豆がら、大豆桿の Ce-DMD は向上せず、前述の Felix *et al*<sup>5)</sup>とは異なる結果が得られた。

Johnson *et al*<sup>8)</sup>はとうもろこしを種々の NH<sub>3</sub> 濃度で処理してサイレージ化すると、乳酸の生成量が増すが、NH<sub>3</sub> 濃度が増すにつれて乳酸含量が高まるのではなく、乾物重当たり NH<sub>3</sub> 濃度 0.64% で最も多い生成量が得られたとしている。Felix *et al*<sup>5)</sup>は NH<sub>4</sub>OH を乾物重当たり 4% 添加して最も高い *in vitro* 乾物消化率を得ている。100%の NH<sub>4</sub>OH を用いたと仮定しても NH<sub>3</sub> 濃度は 1.9% となる。本試験ではわら類の NH<sub>3</sub> 処理で適切とされる<sup>7)</sup>乾物重当たり 3% の NH<sub>3</sub> を添加したが、より低濃度の処理で乳酸の生成量が増し、効果が現れる可能性は否定できないであろう。

現状では、サイレージ調製において酸を添加する場合、その濃度は原物重当たり 0.5% 程度であり、酸を添加しサイレージ化することで、大豆がらの消化率を改善する

ことは期待できないといえよう。

### 引用文献

- 1) 阿部英則, 藤田 保. "稲わらのアンモニア処理効果におよぼす水分含量, アンモニア添加量および保湿の影響". 滝川畜試研報. 23, 13-22 (1987).
- 2) 阿部英則, 山川政明, 岡本全弘. "豆がらの栄養価改善に対するアンモニア処理の有効性". 滝川畜試研報. 27, 19-24 (1992).
- 3) 阿部英則, 山川政明. "大豆がら, 小豆がらの栄養価改善に対する蒸煮処理の有効性". 北海道立農試集報. 72, 17-21 (1997).
- 4) 阿部英則. "アルファルファ (*Medicago sativa* L.) の栄養価改善に関するアンモニア処理の有効性". 滝川畜試研報. 31, 印刷中.
- 5) Felix, A., R. A. Hill and B. Diarra. "In vitro and in vivo digestibility of soya-bean straw treated with various alkalis." Anim. Prod. 51, 47-61 (1990).
- 6) 北海道立滝川畜産試験場. "蒸煮, 複合(蒸煮+アンモニア)処理による小麦桿および大豆・小豆がらの栄養価改善技術". 平成6年度北海道農業試験会議成績会議資料. 1994.
- 7) 飯山賢治. "飼料植物細胞壁の消化性—細胞壁分子間の化学的会合". ルーメン研究会報. 9, 9-19 (1998).
- 8) Johnson, C. O. L. E.; Huber, J. T.; Bergen, W. G. "Influence of ammonia treatment and time of ensiling on proteolysis in corn silage". J. Dairy Science. 65, 1740-1747 (1982).
- 9) 川村 修. "草類のルーメン内消化に影響を及ぼす植物細胞壁の性状について". ルーメン研究会報. 6, 7-18 (1995).
- 10) Kondo, T.; Ohshita, T.; Kyuma, T. "Comparison of characteristics of soluble lignins from untreated and ammonia-treated wheat straw." Animal

Feed Sci. and Technol. 39, 253-263 (1992).

**Effect of Ensiling on *In vitro* Dry matter Digestibility of Soybean Straw**

Hidenori ABE

Hokkaido TAKIKAWA Anim. Husb. Exp. Stn., Takikawa, Hokkaido, 073-0026 Japan